

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

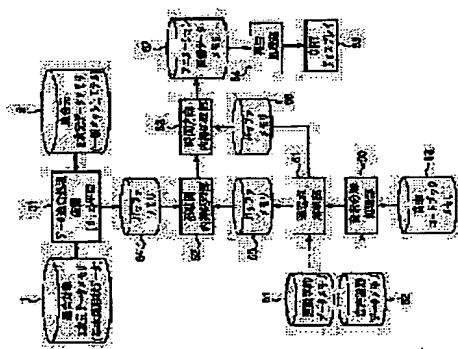
(11)Publication number: 11-328440
(43)Date of publication of application: 30.11.1999

(51)Int.Cl.	G06T 15/70 G06F 3/00 G06F 3/16
(21)Application number: 10-098826	(71)Applicant: ATR NINGEN JOHO TSUSHIN KENKYUSHO:KK
(22)Date of filing: 10.04.1998	(72)Inventor: ENI YAHYA KURATATE NAOAKI MARK TEADY

(30)Priority
Priority number: 10 65090 Priority date: 16.03.1998 Priority country: JP

(54) ANIMATION SYSTEM

(57)Abstract.
PROBLEM TO BE SOLVED: To generate the image of animation by highly precisely realizing control in a simple device constitution.
SOLUTION: A data matching processor 31 matches the shape data of a human being with the shape of general mesh model data, and a pass point analyzing part 51 operates a pass point analysis processing by sampling kinematical data including the moving data of plural positions when the specific site of the human being moves so that the time differentiation of the acceleration of the movement is minimized, and obtains compressed data. An inter-shape interpolation processing part 52 operates an inter-shape interpolation processing by approximating the orbit of plural positions to a prescribed curve between the corresponding shapes based on the shape-matched three-dimensional data and the compressed data, and obtains reproduction data in which the three-dimensional data are approximated to the orbit. A time direction interpolation processing part 53 operates an interpolation processing referring to the reproduction data in a time direction by referring to the compressed data, and outputs reproduction interpolation data interpolated corresponding to the compressed data as animation image data.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11-328440
(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 11 月 30 日

(51)Int. Cl. ⁸	識別記号	FI
G06T 15/70	G06F 15/62	340 K
G06F 3/00	G06F 3/00	652 A
G06F 3/16	G06F 3/16	330 C

審査請求	有	請求項の数	6	OL	(全 37 頁)
------	---	-------	---	----	----------

(21) 出願番号	特願平 10-98826	(71) 出願人	592179296 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所 京都府相楽郡精華町大字般若小字三平谷番地
(22) 出願日	平成 10 年 (1998) 4 月 10 日		
(31) 優先権主張番号	特願平 10-65090	(72) 発明者	エリック・パティキオティス・ベイツン 京都府相楽郡精華町大字般若小字三平谷 5 番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内
(32) 優先日	平 10 (1998) 3 月 16 日		
(33) 優先権主張国	日本 (JP)	(74) 代理人	井理士 青山 森 (外 2 名)

特許法第 30 条第 1 項適用申請有り 平成 9 年 9 月 17 日 (社) 日本音響学会発行の「日本音響学会平成 9 年度秋季研究発表会講演論文集」に文書をもって発表

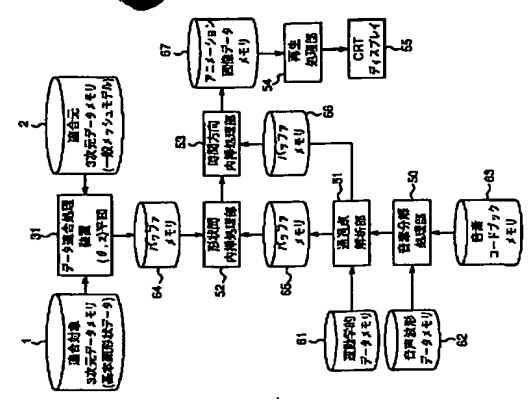
(54) 【発明の名称】 アニメーションシステム

(57) 【要約】

【課題】 従来技術と比較して装置構成が簡単であつて、しかも高精度で制御することによりアニメーションの画像を生成する。

【解決手段】 データ適合処理装置 31 は人間の形状データに対して、一般メッシュモデルデータに形状適合させ、通過点解析部 51 は人間の特定の部位が運動するときの複数の位置の動きのデータを含む運動学的データに対してその動きの加速度的時間微分を最小化するようにサンプリングして通過点解析処理を行って圧縮データを得る。形状間内挿処理部 52 は形状適合された 3 次元データと圧縮データとに基づいて対応する形状間で複数の位置の軌道を所定の曲線に近似した再現データを得る。時間方向内挿処理部 53 は再現データに対して圧縮データを参照して時間方向で内挿処理を行って圧縮データに対応して内挿された再現内挿データをアニメーション画像データとして出力する。

図 1 の実施形態
人間アニメーションシステム



状データを包含することを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項12】 請求項8乃至11のうちの1つに記載のアニメーションシステムにおいて、上記適合手段は、3次元データ中の形状を定義する第1の座標系を有する第1の3次元データに対して、上記第1の3次元データの形状データの少なくとも一部を所定の座標変換処理により変換した後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるような第2の座標系を有する第3の3次元データに座標変換する第1の座標変換手段と、上記第1の座標系を有する第2の3次元データに対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系を有する第4の3次元データに座標変換する第2の座標変換手段と、

上記第1の3次元データの形状データの所定の特徴部分を示す軌分又は点の組を、上記第2の3次元データの形状データの特徵部分を示す軌分又は点の組に対して対応づけを行い対応関係を示す対応関係データを生成する対応生成手段と、
上記対応生成手段によって生成された対応関係データに基づいて、上記第1の3次元データの上記第2の3次元データからの上記第2の座標系における、軌分又は点の組の対応関係のシフト量を算出して、軌分又は点の組の対応関係のシフト量によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段によって座標変換された第3の3次元データにおける、上記第2の座標変換手段によって座標変換された第4の3次元データからの、所定の対象点の変動座標位置を算出する変動座標算出手段と、

上記変動座標算出手段によって算出された変動座標位置に基づいて、上記第4の3次元データに対して、上記第3の3次元データに対応する座標値を、内挿又は外挿により類推しかつ類推された座標値を上記第4の3次元データの対応付けを行った特徴部分を示す軌分または点の組に加算することにより、上記第4の3次元データを上記第3の3次元データに形状適合させた第2の座標系を有する第5の3次元データを生成するデータ類推及び加算手段と、
上記データ類推及び加算手段によって生成された第2の座標系を有する第5の3次元データに対して、上記第1と第2の座標変換手段による座標変換処理とは逆の座標逆変換処理を実行して、上記第2の3次元データを上記第1の3次元データに形状適合させた第1の座標系を有する第6の3次元データに生成して出力する座標逆変換手段とを備えたことを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項13】 請求項12記載のアニメーションシステムにおいて、
上記第1の3次元データの形状データに対して部分的な変形を指示するために入力された第1の座標系における

50

座標値のシフト量に対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系における座標値のシフト量に座標変換する第3の座標変換手段をさらに備え、
上記変動座標算出手段は、上記第3の座標変換手段によって座標変換された座標値のシフト量と、上記シフト量算出手段によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段によって座標変換された第3の3次元データの座標変換手段による対象点の変動座標位置を算出することを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項14】 請求項12又は13記載のアニメーションシステムにおいて、
入力される3次元データに対して互いに異なる座標変換処理を実行して座標変換後の3次元データを出力する複数の座標変換装置と、
上記複数の座標変換装置により座標変換された3次元データに基づいて、それぞれ座標変換後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるか否かを判断するために、一意に決定されるときにより小さい値となる座標値の座標値を算出する座標評価手段と、
上記座標評価手段によって算出された上記座標の座標変換装置に対応する複数の座標値のうち最小の座標値に

対応する座標変換装置を選択して、選択された座標変換装置から出力される変換後の3次元データを出力する座標選択手段と、
上記座標選択手段により選択された座標変換装置と、その座標変換処理のためのパラメータを記憶した後、上記第1と第2と第3の座標変換手段に出力して設定する記憶装置と、
上記記憶装置に記憶された座標変換処理のためのパラメータに基づいて、当該座標変換処理とは逆の座標逆変換処理のためのパラメータを算出して上記座標逆変換手段に出力して設定する逆変換パラメータ算出手段とをさらに備えたことを特徴とするアニメーションシステム。
【発明の詳細な説明】
【0001】 本発明の属する技術分野 本発明は、顔面などの人間のアニメーションの画像を生成するアニメーションシステムに関する。

【0002】 従来の技術 これまでに数多くのコンピュータグラフィックスによる顔表現がなされているが（例えば、従来技術文獻「F. I. Parke et al., "Computer facial animation", AK Peters, Wolesley, 1996年」参照。）、リアルな顔画像生成のためには、形状や質感の静的情報とともに、表情や発話による動作や形状の時間変化などの動的情報が重要となる。特に、発話を伴う顔アニメーションに関しては、レーザースキャナ等の入力デバイスにより得られたリアルな形状については、違和感無く音声と同時に表情変化を与えることが重要となる。

【0003】 本発明者は、音声研究の分野において、

発話時の音響情報が顔面の少数の特徴点の座標の時間変化から精度良く見取ることができていることを示している（例えば、従来技術文獻「G. Ventikotis-Bateson et al.

1, "Physiological modeling of facial motion during speech", Transaction of the Technical Comity on Psycholological and Physiologicial Accoustics, H-96-65:1-8, 1996年」参照。）。このことから、本発明者がこの顔面の同じ特徴点が発話時の表情生成に大きく起因しているものと考えている。
【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、これまでの顔面部分のアニメーションに関しては、発話同期を主眼としたものでは唇部分を重要視しているものがほとんどで、顔面のさらに広い領域まで考慮した発話アニメーションの検討はほとんどなされていない。中でも表情筋と皮膚をモデル化したリアルな発話表情合成モデルも報告されており（例えば、従来技術文獻「森島繁生ほか、"物理法則に基づいた筋肉モデルによる口唇形状の制御、第12回NICOGRAPH論文コンテスト論文集、p. 219-229, 1996年」参照。）、これらのモデルはより自然な発話同期アニメーションにおいて非常に重要な役割を担っている。しかしながら、その反面、モデルが非常に複雑な問題となるために多くの計算機パワーが必要となり、今後予想されるアプリケーション、例えば仮想エージェント・アバターなどの人間のパーソナルコンピュータ上から利用できるような発話同期表情生成アニメーションへの応用を考えると、できるだけ簡易にかつ制御しやすい形態で顔面を含めた発話表現を行なうことが望まれる。

【0005】 本発明の第1の目的は以上の問題点を解決し、従来技術に比較して装置構成が簡単であって、しかも高精度で制御することによりアニメーションの画像を生成することができると、アニメーションシステムを提供することにある。
【0006】 本発明の第2の目的は、従来技術に比較して装置構成が簡単であって、しかもきわめて低いビットレートで動画画像を伝送し又は記憶することができると、アニメーションシステムを提供することにある。

【0007】 さらに、本発明の第3の目的は、第1の目的又は第2の目的に加えて、音声と同時に発話したアニメーションの画像を生成することができると、アニメーションシステムを提供することにある。
【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る請求項1記載のアニメーションシステムは、離散的な座標値を用いて線分又は点を定義することにより人間の形状を表現する形状データを定義する第1の3次元データに対して、その形状を表現するデータ数及び形状が異なる他の入力される第2の3次元データを、外見上上記第1の3次元データと同様の形状へと形状適合させる適合手段

50

と、上記人間の特定の部位が運動するときの座標の位置の動きを含む運動学的データを記憶する第1の記憶手段と、上記第1の記憶手段に記憶された運動学的データに対して複数の位置の動きの加速度的時間微分を最小化するようにサンプリングして通過点解析処理を行うことによりその情報量を圧縮して圧縮データを取得する手段と、上記適合手段によって形状適合された3次元データと、上記解析手段によって得られた圧縮データとに基づいて、2つのデータの対応する形状間で、上記人間の特定の部位が運動するときの座標の位置の動きを所定の曲線に近似して形状間内挿処理を行うことにより、上記3次元データを、上記人間の特定の部位が運動するときの座標の位置の軌道に近似した再現データを出力する第1の内挿処理手段と、上記第1の内挿処理手段から出力される再現データに対して、時間方向解析手段から出力される圧縮データを参照して、時間方向内挿処理を行うことにより、上記圧縮データに対して内挿された再現内挿データを得て、アニメーション画像データとして出力する第2の内挿処理手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】 また、請求項2記載のアニメーションシステムは、請求項1記載のアニメーションシステムにおいて、上記人間の特定の部位が運動するときの座標の位置の動きの時間情報と特定の音声の音声信号を記憶する第2の記憶手段と、上記第2の記憶手段に記憶された音声信号を所定の音楽分析データを参照して音楽に分解して上記音声に対応した音楽列データをその時間情報とともに出力する音楽分解処理手段とをさらに備え、上記解析手段は、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、上記音楽分析処理手段から出力される音楽列データを上記圧縮データに対応づけし、上記第2の内挿処理手段は、上記解析手段によって対応づけされた音楽列データを参照して、上記内挿された再現内挿データに対して上記音楽列データを同期させた後、上記音楽列データを音声信号データに変換して上記アニメーション画像データとともに出力することを特徴とする。

システムは、請求項1又は2記載のアニメーションシステムにおいて、上記第1の3次元データは、人間の基本的な顔形状データを含むことを特徴とする。さらに、請求項4記載のアニメーションシステムは、請求項1乃至3のうちの1つに記載のアニメーションシステムにおいて、上記第2の3次元データは、メッシュモデルに基づく形状データを含むことを特徴とする。

【0011】 また、請求項5記載のアニメーションシステムは、請求項1乃至4のうちの1つに記載のアニメーションシステムにおいて、上記適合手段は、3次元データ中の形状を定義する第1の座標系を有する第1の3次元データに対して、上記第1の3次元データの形状データのうちの一

部を所定の座標変換処理により変換し

50

た変形を指示するために入力された第1の座標系における

定する形態装置と、上記形態装置に記憶された座標座標変換処理のためのパラメータに基づいて、当該座標座標変換処理とは逆の座標座標変換処理のためのパラメータを算出して上記座標座標変換手段に出力して設定する逆変換パラメータ算出手段とをさらに備えたことを特徴とする。

【0020】

【発明の要旨の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について説明する。

【0021】<第1の実施形態>図1は、本発明に係る第1の実施形態である顔面アニメーションシステム20の構成を示すブロック図である。

【0022】発話の際に話者から与えられる画像情報としては、唇の動きに加えて頬や顎も含めた顔面領域の動きが重要な働きを担っており、特に発話時において声道と顔面領域の動きに近い相関があることがこれまでに調べられている。本実施形態では、レーザースキャナにより得られた代表的な母音の連続発話時の形状を含む基本的な顔形状をもとに、発話中の顔面領域の少数の特徴点の3次元座標から種々の時間フレームにおける顔形状を合成し、音声と同期した顔面アニメーションを生成すること。顔面アニメーションシステム20について以下に説明する。

また、通過点解析 (via point analysis) によりこれらの顔面特徴点の軌道をより少ないデータ量で記述することによる情報削減処理に関する方法について以下に説明する。

【0023】本実施形態では、以下の点を特徴としている。

(a) リアルな顔面アニメーション生成、(b) 自然音声又は合成音声との完全同期、(c) 話者固有の自然な顔面運動の分析及び合成、並びに、(d) 顔面3次元運動の少数パラメータでの表現。

従来技術では、発話中の顔形状をリアルタイムでアニメーションに必要なレート及び空間解像度で同時に取り込む事が可能な装置が存在しない。そこで、本実施形態では、モーションキャプチャによる顔面アニメーションシステムを基本とし、発話時の顔の動きに関しては顔面上の少数に配置したマーカーをリアルタイムでトラッキングを行うトラッキングデバイスを用いて計測し、このデータを解析した後、その結果を用いて予め用意された基本的な顔形状を变形することによりアニメーションを生成する。

【0024】図1において、離散的な座標値を用いて線分又は点を定義することにより人間の例えば基本的な顔面の形状 (基本顔形状) を表わす形状データが適合対象3次元データメモリ1に記憶される一方、上記基本顔形状3次元データメモリ1に記憶される他の3次元データである一般モーションモディファイデータが適合対象3次元データメモリ2に記憶される。データ適合処理装置31は、詳細後述するように、メモリ1及び2からそれぞれ3次元データを読み出して、一般モーションモディファイデータを、

ックを参照して、公知の方法により、音声信号データを音楽列に分解して上記音声に対応した音楽列データをその時間情報とともに通過点解析部51に出力する。ここで、音楽分解処理部50は、例えば音楽隠れマルコフモデル (音楽HMM) を参照して音楽分解してもよい。

【0028】これに反して、通過点解析部51は、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、音楽分解処理部50から出力される音楽列データに対して通過点解析の解析期間の特定を行う。このように、音楽列データが上記圧縮データに対応づけした後、対応づけられた音楽列データをバッファメモリ6を介して時間方向内挿処理部53に出力する。これに反して、時間方向内挿処理部53は、入力される対応づけされた音楽列データを参照して、上記のように上記内挿された音楽列データに対して上記音楽列データを同期させた後、上記音楽列データを音声信号データに変換して、上記アニメーション画像データとともにそれに同期させた音声信号データとしてアニメーション画像メモリ67に出力する。

【0029】そして、再生処理部54は、アニメーション画像データメモリ67からアニメーション画像データを読み出して例えばRGB画像データの形式で又はNTSC画像信号の形式でCRTディスプレイ55に出力して、アニメーション画像を表示するとともに、アニメーション画像データに同期した音声信号データをアニメーション画像メモリ67から読み出してD/A変換した後、スピーカ (図示せず) を介して出力することにより、アニメーション画像データに同期した音声信号の音声を出力する。

【0030】以上の図1のアニメーションシステムにおいて、データ適合処理装置31と、音楽分解処理部50と、通過点解析部51と、再生処理部54とは、例え時間方向内挿処理部53と、形状内挿処理部52とは、例えば、デジタル計算機などのコンピュータで構成される。また、各メモリ1、2、61、62、63、64、5、6、67は例えばハードディスクメモリなどの記憶装置で構成される。

【0031】さらに、図1の処理部の詳細について以下説明する。まず、話者形状データの取得について説明する。話者形状データに関しては、代表的な発話時における静的な状態での顔全体の基本形状と、実際の発話時の顔面上の特定部位の3次元座標時間変化、すなわち運動学的データを計測した。アニメーション生成には、この発話時の運動学的データを再現するために、各フレームにおける運動学的データを表現できる最適な顔形状を得るような基本顔形状の重ね合わせを求め、必要に応じ

てさらにその形状の部分変形を行う。ここで、形状データとは、3次元座標値により表される点とそれらのつながりにより線分、多角形を表現し、さらに、それらに集合により3次元的な形状を表現するような3次元形状を記述するためのデータ及び名称、色、線数、材質、線幅、テクスチャ座標、ラベル、他のデータとの相関関係など記述した形状以外の付加情報も含む3次元データをいう。以下にこれらの基本顔形状データと運動学的データの取得方法について説明する。

【0032】まず、基本顔形状データの取得について説明する。特定話者の顔面アニメーションを生成するにあたり、まずその代表的な発話時における基本形状を計測した。計測にはサイバウェア (Cyberware) 社製のレーザースキャナを用いて、母音/a/、/i/、/u/、/e/、/o/、/ø/を連続発話時の形状と、口腔を意図的に開いた場合と閉じた場合及び自然な状態 (それぞれ口の開放、口の閉塞、口の中間状態という。) の合計8つの3次元形状を計測した。このイメージスキャナは、鉛直回転軸まわりに360度回転し、各回転位置において軸方向に形状と表面テクスチャを走査するもので、解像度は回転方向・縦方向ともに512分割で計測を行った。計測した基本顔形状の3次元データは、適合対象3次元データメモリ1に記憶される。

【0033】図8は、図1の顔面アニメーションシステムにおいて用いる基本顔形状データ (母音/a/、/i/、/u/、/e/、/o/、/ø/の計測データ) に関する例を示す正面図であり、母音/a/の計測データに関して単純に三角形パッチを施した例である。この例ではメッシュ構造が見えないようにオリジナルデータの半分の密度でパッチを生成してある。また、同時に計測されたテクスチャの顔面領域を図9に示す。今回計測したデータはおよそ300×300程度の領域であった。

【0034】次いで、発話時の運動学的データの取得について説明する。発話時の特定部位の時間変化を正確に取得するため、高精度かつ高精度でのトラッキングが可能となる、ノーザン・デジタル・インコーポレーテッド (Northern Digital, Inc.) 社製のトラッキング装置 (OPTRAK (登録商標)) を用いた。これは赤外線ダイオードを用いたマーカーをCCDにより計測するもので、複数のマーカーに関してビデオレート以上のサンプリングが可能である。

【0035】この計測のためには唇のまわり、頬、顎を主としてマーカーを配置する。図10(a)は図1の顔面アニメーションシステムにおいて (メモリ61) に格納された運動学的データの取得のための赤外線ダイオードの配置例を示す正面図であり、図10(b)はその側の配置例を示す側面図である。この例では顔面に18個のマーカーを使用し60Hzでサンプリングを行った。また顔面全体の動きを得るためにこれら18個とは別に5個のマーカーを顔面に装着している。実際ではこれらマーカーの軌道以

外にも、音声信号（標本化周波数：10kHz）と、ビデオデータレーン（VTR）により正面画像を同時に記録している。発話時の運動学的データは、上述の3次元データと同様のデータを含み、運動学的データメモリ6に記憶される。

【0036】次に、形状データの一般化適合について説明する。先に得られた基本顔形状データの重ね合わせを行うことにより、発話時の運動学的データを再現する任意の顔形状にほぼ近い顔形状の合成が可能となる。しかしながら、個々の計測データ間のずれやメッシュ構造が顔の特徴に対して無関係に配置されているため、計測された基本顔形状データそのものを重ね合わせ、またアニメーションのために制御を行う際には困難であり、何らかの構造化が必要となる。そこで、本実施形態では、後述のジェネリックメッシュを用い、詳細後述するデータ適合処理装置31を用いて、同じ構造のメッシュを個々の計測された基本顔形状に適合することにより一般化を行なった。本実施形態では、今回利用する全ての基本顔形状データが円柱座標系（ r, θ, z ）において（ θ 、 z ）平面に対して半径 r が一意に決定されるという性質を利用し（ θ, z ）空間で特徴部分に基づいたデータ適合を行う。

【0037】図11は、図1の側面アニメーションシステムにおいて用いる（メモリ2に格納された）一般メッシュモデルの一例を示す正面図である。すなわち、具体的に図11に示すような、変形を考慮して目・口などにノードを集中させた基本的メッシュ構造を作り、この目・鼻・口・顎などを特徴部分とする。そして、（ θ, z ）平面上において、予めジェネリックメッシュ（図10参照）上で定義されたこの部分と、基本顔形状データ上でこれらに対応する特徴部分を指定することにより対応関係を明らかにし、この対応関係を元に特徴部分以外のノード点を（ θ, z ）平面上における顔基本形状データ上の適当な場所に配置し、最後に個々のノードに關し、（ θ, z ）平面から一意に決定される半径 r 値を用いて形状への適合を行う。

【0038】この特徴部分以外のノード点の配置には、特徴ベクトルの公知のモーフィングを利用した。モーフィングは本来画像変形のみに用いられる手法で、画像中に変形の基準となる特徴ベクトルを指定し、他の画像においてその特徴ベクトルに対応するベクトルを決定することにより画像間の対応づけを行い、その特徴ベクトルからの相対位置に基づいて画像中の全ての要素の移動や変換値の補間を行い、滑らかな画像変形を得るものである。この特徴ベクトルに基づいた変換の移動を利用して、ここでは単純に特徴部分以外のノード点の位置決定を行った。

【0039】図11に、用いた（ θ, z ）平面上におけるジェネリックメッシュを示し、図12に先の図8及び図9における母音 a の形状の（ θ, z ）平面上にお

ける適合結果を示す。図中で太い線で示される目・鼻・口・顎の輪郭線と、黒丸で示すノードを特徴部分として変形を行った。この黒丸は運動学的データを取得したマーカーに対応している。用いたジェネリックメッシュは、544個のノード数と、942個のポリゴンミラーにより構成され、このうち約120個のノードが特徴部分として定義されている。基本顔形状における特徴部分の指定は、例えば、図4の装置を用いて手作業で指示してもよい。この適合結果をもとに、（ θ, z ）平面から一意に決定される半径 r 値により3次元化した結果を図13に示す。特徴部分の指定や適合や得られる（ θ, z ）平面は、離散的に与えられる基本形状データ中の近傍の計測点より内挿により求められている。また、本実施形態では、顔面しか考慮していないため、口腔内はモデル化されていない。

【0040】以上のデータ適合処理装置31による一般化適合処理により全ての基本顔形状データが同じメッシュ構造を持つこととなり、異なる基本顔形状間での内挿や重ね合わせが容易に行えることになる。

【0041】次に、運動学的データと基本顔形状データの対応づけについて説明する。図14は、図1の側面アニメーションシステムにおいて用いる基本顔形状の合成により任意時刻の顔形状をアニメーションの生成により、図14に示すような複数の基本顔形状データの重ね合わせと、部分変形により運動学的データの各フレームにおけるより近い形状を獲得する。しかしながら、マーカーから得られた運動学的データと、静的データとして取得した個々の基本顔形状データとは観測した要素が異なるため、これらの座標系の整合を取る必要がある。例えば、図4の装置を用いて、マーカーと対応する点を基本顔形状データ上で手作業により指示し、これらの点を参照点として個々の基本顔形状データ間の整合性を得るようにしてもよい。そして、例えば、詳細後述する図3の座標変換部3a, 3bにより、運動学的データから平均的な座標値に対してこれら基本顔形状データから運動学的データへの座標変換を行う。

【0042】この座標変換処理では、回転及び平行移動の6自由度をもった座標変換によりそれぞれの座標系間が関係づけられるものとし、対応する参照点と距離の差の合計を評価関数とする単純な最小値問題としてこれらの座標変換を求めた。個々の基本顔形状データにおいて、発話形状の違いによる参照点の位置のずれが生じるが、本実施形態では、顎先のように極端に大きなずれが生じる部分は適宜除外して座標変換を求めた。

【0043】これらの座標変換によりほぼ整合性が取られた基本顔形状データの集合から、それらの成分の合成により各時間フレームにおける運動学的データを表現すべく、各基本顔形状の合成成分を求める。基本顔形状 j での i 番目のマーカーに対応する座標ベクトルを v

$a_{i,j}$ として（ここで、ベクトルの記号は符号の上に付す）、 $v_{i,j}$ として（ここで、ベクトルの記号は符号の上に付す）とすることで、ベクトル明細において不可能であるため、符号の前に付し、以下、同様である。）を、基本顔形状1の合成係数を k_1 とすると、8種類の基本顔形状から合成される i 番目のマーカーに対応する座標ベクトル $v'_{i,j}$ は次式で表すことができる。

【0044】

$$\begin{aligned} \text{【数1】} \quad & \rightarrow v'_{i,j} = \sum_{k=1}^8 k_k \cdot \rightarrow v_{k,i} \end{aligned}$$

【0045】これと実際の運動学的データとして得られる i 番目のマーカーの座標ベクトル $\rightarrow v_{i,j}$ との距離の差 $|\rightarrow v_{i,j} - \rightarrow v'_{i,j}|$ の総和を評価関数として、この値を最小とする合成係数 k_k の組を求めればよい。この評価関数を f とすると、先の式を用いて以下のようにまとめることができる。

【0046】

$$\begin{aligned} \text{【数2】} \quad & f(k_1, k_2, \dots, k_8) \\ & = \sum_{j=1}^8 |\rightarrow v_{i,j} - \sum_{k=1}^8 (k_k \cdot \rightarrow v_{k,i})| \end{aligned}$$

【0047】本実施形態では、公知のシンプレックス法により、各フレームにおける f を最小とする合成係数 k_1, k_2, \dots, k_8 を求めた。

【0048】次に、通過点解析部51による通過点解析処理について説明する。トラッキングデバイス装置により得られた限られた数の顔面特徴点の運動学的データは、発話に伴う顔面運動を記述するために重要な情報は多く含まれている。しかしながら、テキストデータから音声及び映像データの映像処理を目的としたアプリケーションや画像符号化技術への応用を考えると、更なる情報圧縮が要求される。そこで我々は、この運動学的データを公知の通過点解析（Via point analysis）（例えば、従来技術文献 [Y. Wada et al., "A theory for curve handwriting based on the minimization principle", Biological Cybernetics, 73:3-13, 1995] 参照。）により更にその情報量を削減し、オリジナルの顔面特徴点の軌道に近いものを再現できるデータ表現方法を用いる。

【0049】通過点解析は、対象となる全マーカーの軌道の各座標成分について、最小のジャーク（ここで、ジャークとは、顔面などの急な動作変化をいう。また、最小のジャークは、加速度の時間微分＝ジャークが最小となることをいう。）を満たす5次のスプライン曲線により近似する手法である。

【0050】図15は、図1の通過点解析部51の通過点解析処理を示すグラフであって、図15（a）は当該処理における元の軌跡と予測された軌跡を示すグラフで

あり、図15（b）は当該処理において抽出された通過点を示すグラフであり、図15（c）は当該処理において予測された第2の軌跡を示すグラフであり、図15（d）は当該処理において抽出された第2の通過点を示すグラフである。

【0051】まず、解析対象となる2つの時刻で決定されるオリジナルの軌道上の点 V_s, V_f に関して、（1）この2つの点 V_s, V_f 間を結ぶ最小のジャーク（このジャークは、座標成分の2階微分）について予測する。そして個々の予測軌道とオリジナルの軌道との誤差を算出し、さらにその総和も求める。

（2）ある成分において誤差がその成分で設定した誤差のしきい値を越えた場合、又は誤差の総和があるしきい値を越えた場合、オリジナルの軌道との距離が最大となるマーカーの座標成分のオリジナルの軌道上に通過点（via point） V_1 が定義される。この通過点 V_1 はその同時刻において他の軌道においても定義される。

（3）新たに点 V_s, V_1, V_f 間を結ぶ最小のジャークを得る軌道を全てのマーカーの座標成分について予測し、同様に誤差を算出する。

（4）算出された誤差を評価し、必要なら更に通過点 V_2 を追加する。

【0052】以後（3）、（4）の操作を繰り返すことにより、オリジナルの軌道に近い軌道をより少ないデータ点列により表現することができ。ただし、これら誤差に関するしきい値の設定、通過点の取り得る数などにより、どの程度オリジナル軌道に近いものを再現できるか決定されるため、情報量圧縮と再現データの評価が重要なポイントとなる。

【0053】本発明者による実験における運動学的データの場では18個のマーカーを使用した。ここで、 x, y, z 方向に關して合計54種の軌道について同時に通過点解析を行った。図16は、図1の通過点解析部51の通過点解析処理による解析例である。図16の解析例は、解析を行った54種の軌道中の顎と上唇の2点に關する各座標成分方向ごとの結果を示す。ここで、実験がオリジナルの軌道、丸が抽出された通過点、点線がこの通過点により再構成された軌道である。この例では約4.6秒のデータ区間全てについて解析を行い、標本化周波数60Hzで約300個の点列で構成されているオリジナルの軌道から31個所の通過点を得られ、情報量としては約10まで削減されている。

【0054】次に、図1の側面アニメーションシステムによるアニメーションの生成例の実験結果について説明する。この実験では、日本人男性被験者に対して、「枕太朗」でよく使われる文章から、通常の発話で5秒程度のものを5種類各々4回ずつの発話を記録した。発話の例は（1）頭をできるだけ安定させる、（2）語りかけるように自然に頭を動かす、（3）意識的にランダム

ムに動かす、というように頭部の動きを加えた実験を行なった。この中から、「おばあさんは川へ洗濯にだけ行った」という文章に対して、図17乃至図20に、原画像(上)、オリジナルの運動学的データから生成した画像(中)、通過点解析から生成した画像(下)を示す。また、図21乃至図23にそれぞれ、入力音声信号、求めた8種の基本形状の合成比率、通過点解析結果から求めた合成比率を示す。ここで、図17乃至図20の各画像はそれぞれ時刻 $t=0.00, 1.17, 2.4$

3.3.20(秒)におけるものである。
【0055】図21乃至図23の合成比率の結果では運動学的データから直接得た結果と通過点解析の結果とはかなり異なったプロファイルを示しているが、自然な状態の基本形状(口の中間状態)を主として、他の母音等の形状成分を加算(時には削減)することにより入力データに近い出力を得る結果が得るという点では同じ傾向が得られている。図々のフレームを比較すると、図17乃至図20から明らかなように、運動学的データから直接得た結果と通過点解析の結果とで差異が見られるが、現在の合成比率の計算精度では残念ながら運動学的データを直接使った場合でも必ずしも予想通りの結果が得られないフレームもある。このような場合の例として、本来ならば口が完全に閉じているべき状態でアニメーションではそれが実現できていないといった場合が代表的に特に目立つものとしてあげられる。

【0056】この計算精度へ影響を与える要因として、基本形状側でのマーカー対応点の指定精度、また基本形状データ間での較正精度などが考えられる。最終的な生成形状に与える正確さとオリジナルの運動学的データとの誤差は、全体の平均誤差が約2mm、特に上唇の領域での合成の誤差が大きき、動きの表現上不完全のものとなっている。通過点解析の結果から生成したアニメーションについては、上記のように現状の画像生成部クロリテリに問題があるため、オリジナルの軌道を用いて生成した場合との具体的な圧縮率や拡張効果等の評価にまでは至らなかったが、自然音声と組み合わせた場合はほぼ違和感のない発話アニメーションが得られることができた。

【0057】しかしながら、図16に示したように、通過点解析の結果はおおむねオリジナルの軌道を再現しているものの、変化の激さ及び通過点の数によってはオリジナルの軌道をトレースしきれない場合や、オリジナルには無いような動きが生じることもある。このオリジナルには無い動きの顕著な例としては、図21乃至図23中の計測開始の始めと終り部分の実験には発話、顔面運動ともほとんど行われていない領域のプロファイルの姿に見られる。図16における顔のオリジナルの軌道とのずれが図21乃至図23のプロファイルに直接影響しており、このため原画像と比較した場合の動きの差とし

て現れている。本実験の解析例では音声の計測区間全てに関して通過点解析を行ったが、実験には発話に関連する時間のみを解析対象とすれば良いため、本実験のような不要な動きのずれを避けることができる。

【0058】以上のシステムから通過点を1割ないし2割だけ増やし、しきい値を調整し、さらには、計測区間の無音区間を処理対象から除くことにより、私想的にはオリジナルとはほぼ同じ軌道を生成することができている。

【0059】以上説明したように、本実施形態によれば、顔面の唇・顎・顎などの特徴点の運動学的データをもとに発話同期3次元顔面アニメーション生成システムを構築し、記録音声と同期したアニメーション生成を行った。従って、従来技術に比較して装置構成が簡便であって、しかも高精度で制御することにより、音声と同期した顔面アニメーションの画像を生成することができ、顔面アニメーションシステムを提供することにある。

【0060】以上の図1の顔面アニメーションシステムにおいて、音声と同期した顔面アニメーションの画像を生成することができ、顔面アニメーションシステムについて述べているが、本発明はこれに限らず、音声処理部を省略してもよい。具体的には、図1において、音声波形データメモリ62と音楽分解処理部50と音楽コープブックメモリ63とを省略してもよい。また、音声波形データメモリ62から読み出される記録音声は直接に再生処理部54に入力してスピーカ(図示せず)から出力するようにしてもよい。

【0061】また、本実施形態の顔面アニメーションシステムにおいては、人間の顔面のアニメーション画像を生成する場合については説明しているが、本発明これに限らず、人間の他の部位、もしくは全体のアニメーションを生成するように構成してもよい。

【0062】さらに、図1のデータ適合処理装置31及びそれに接続される装置について説明する。図2は、第1の実施形態で用いる座標変換処理装置300の構成を示すブロック図であり、図3は、当該第1の実施形態であるデータ適合処理装置31の構成を示すブロック図である。本実施形態では、座標変換処理装置30とデータ適合処理装置31とを備えて、3次元データの処理装置を構成し、座標的な座標値を用いて線分又は点を定義することにより形状を表わす形状データと、材質データを少なくとも含む入力される第1の3次元データに対して、その形状を表現するデータ数及び形状が異なる他の入力される第2の3次元データを、外見上上記第1の3次元データと同様の形状へと形状適合化させることを特徴としている。

【0063】図2の座標変換処理装置30において、複数個の座標変換部14-1乃至14-nは、入力される3次元データに対して互いに異なる座標変換処理を実行して座標変換後の3次元データを座標評価部16に行

力する。ここで、異なる座標変換処理とは、例えば、直交座標系、極座標系、円筒座標系などの互いに異なる座標系間で座標変換を行う処理である。これに对应して、座標評価部16は、複数の座標変換部14-1乃至14-nにより座標変換された3次元データに基づいて、それぞれ座標変換後の2組の座標値に対して残りの座標値が一様に決定されるか否かを判断するために、一様に決定されるときにより小さい値となる評価関数 f_{∞} の関数値を算出して座標変換部16に出力する。ここで、評価関数 f_{∞} は例えば次式で表される。

【0064】

【数3】

$$f_{\infty} = \sum_{k=1}^K C(k)$$

ここで、 k は入力された3次元データの構成点であり、 K はその個数である。

【数4】

$C(k) = 0$ 、投影の重なりがあるとき(評価がOK)
 $= 1$ 、投影の重なりがないとき(評価がNG)

【0065】例えば、座標変換部16を構成する2つのポリゴンの間を評価するとき、目標とする2つの座標平面上の一方のポリゴンをラスタライズして投影して、他方のポリゴンと投影の重なりが形成されるか否かを調べ、そして、投影の重なりがあるとき、評価がOKであり、 $C(k) = 0$ となる一方、投影の重なりがないとき、評価がNGであり、 $C(k) = 1$ となる。

【0066】次いで、座標変換部16は、算出された複数の座標変換部14-1乃至14-nに対応する複数の関数値 f_{∞} のうち最小の関数値に対応する座標変換部を選択するようにスイッチ18及び19を切り換え、選択された座標変換部から出力される座標変換後の3次元データ出力3次元データ22として出力するとともに、選択された座標変換部から出力される座標変換処理のためのパラメータをパラメータメモリ20に記憶させる。また、座標変換部16は、選択された座標変換部の番号もパラメータメモリ20に記憶される。そして、パラメータメモリ20に記憶された座標変換パラメータを読み出されて、詳細後述する図3の座標変換部3a, 3b, 3cに出力されて設定される。また、読み出された座標変換パラメータは、座標逆変換部21に入力されて、座標逆変換部21は、上記選択された座標変換処理とは逆の座標逆変換処理のためのパラメータを算出して座標逆変換部10に出力して設定する。

【0067】従って、座標変換処理装置30を備えることにより、より最適な座標変換部を選択して、3次元データの処理をより正確に実行することができる。

【0068】図3は、第1の実施形態のデータ適合処理装置31の構成を示すブロック図である。当該データ適合処理装置31は、3次元座標値により表される点とそ

れらのつながりにより線分、多角形を表現し、さらに、それらに集合により3次元的な形状を表現するような3次元形状を記述するためのデータ及び名称、色、法線、材質、線幅、テクスチャ座標、ラベル、他のデータとの相関関係など記述した形状以外の付加情報も含む3次元データに対して、データ数や形状、付加情報などの異なる他の3次元データの形状を近似させて、見かけ上同様の形状へと適合化させることを特徴としている。

【0069】図3において、座標対象となる3次元データ1及び適合元の3次元データ2はそれぞれ座標変換部3a, 3bによって、本来の元の座標系から、2組の座標値により残りの座標値が一様に決定される座標系へと座標変換された後、それぞれバッファメモリ3a, 3bを介して特徴量分離部5a, 5bに出力される。ここで、例えば (x, y, z) で表される座標値に対して、この2組の座標値により表される平面をここでは適合平面と呼ぶ。座標変換部3a, 3bに関しては、形状データによっては変換が不要な場合、例えば形状データが2次元配列により定義されるような場合、具体的には次式で表される場合がある。

【0070】

【数5】 $i = \text{int}(x \cdot k \cdot x)$

【数6】 $j = \text{int}(y \cdot k \cdot y)$

【数7】 $z = f(i, j)$

ここで、 $\text{int}(x)$ は x を超えない最大の整数を示す関数であり、 f は2次元配列である。

【0071】また、座標変換部や円筒座標空間への変換でも適用可能な場合があるが、一般にはこれらの変換では安定して2組の座標値に対して残りの座標値が一様に与えられるような変換を得られるとは限らない。そこで、物理現象の計算機シミュレーションなどの分野で行われている数値的格子形成法(例えば、従来技術文献4「Joe. F. Thompson et al., "Numerical Grid Generation", North-Holland, 1982」、小国力、河村哲也「数値格子生成の基礎と応用」、丸善1994参照)や、更にはユーザがインタラクティブに空間分割格子をデザインした上で、デカルト座標とこれら格子との変換行列を解析する手法などが考えられる。

【0072】ここで、数値的格子形成法の代表的なものに例を説明する。いま、 (x, y, z) で表されるデカルト座標から (ξ, η, ζ) で表される座標系(ここではこれを境界適合座標と呼ぶ)への変換について、楕円型座標変換式を用いた場合、この座標系間の変換は次式で表すことができる。

【数8】

$$\partial^2 \xi / \partial x^2 + \partial^2 \xi / \partial y^2 + \partial^2 \xi / \partial z^2 = P$$

【数9】

$$\partial^2 \eta / \partial x^2 + \partial^2 \eta / \partial y^2 + \partial^2 \eta / \partial z^2 = Q$$

【数10】

$$\partial^2 \zeta / \partial x^2 + \partial^2 \zeta / \partial y^2 + \partial^2 \zeta / \partial z^2 = R$$

【0073】ここで、P、Q、Rは境界適合座標の座標のデカルト座標系における画像の間の方向をコントロールするための関数で、制御関数と呼ばれるものである。一般に一つの座標座標の変換に関するラブラシアンが負の値をとると、座標値が一定であるような座標座標はラブラシアンがゼロの場合と比べ、その座標が境界方向へ移動する。この性質を利用して、座標座標の間隔を制御するものである。例えばP、Q、Rにはデカルト座標系で制御したい部分で他の座標値を取る高次元座標を与えればより複雑な形状へも対応できる。この解法としては、適合元データ2上の適合面として利用できる面が $\zeta=0$ などの平面に対応する、又はある曲線が境界適合座標上の座標座標などに対応する等の境界条件を与えることにより、これら関数方程式の数値解析をから解を得ることができる。

【0074】対応生成部4では、適合元3次元データ1と適合対象3次元データ2との間に対応付けを行う必要があり、特許量と抽出し、それぞれデータ間での対応関係を探る。その結果をバッファメモリ4mに記憶した後、特許量分離部5a、5bに出力される。すなわち、適合元3次元データ1の形状データの所定の特許部分（例えば、次の3次元データを基に3次元データ1に適合させる場合、目は適宜に対応付けを行いたいとするならば大目）を示す幾分又は点の組を、上記2の3次元データ1の形状データの特許部分（例えば、先の例の場合なら同じ形状データの特許部分）を、上記2の3次元データ1の形状データを示す幾分又は点の組に対して対応付けを行い対応関係を示す対応関係データを生産する。この対応生成部4の処理については、図5乃至図7を参照して詳述する。

【0075】次に、データ適合を行う際に対応付けを行う対応生成部4の結果のバッファメモリ4m中の対応関係データに基づいて、特許量分離部5a、5bに出力された座標座標後の形状データがそれぞれ特許量データと非特許量データとに分離される。ここで、特許量とは、上記特許部分の形状データであり、本実施形態では、適合元3次元データ側の非特許量データは使用されない。特に、近年のDXF、VRML、Open Inventionなどの3次元データフォーマットでは単一データ内にラベル情報を用いて特許量データと非特許量データを容易に区別して保持することができるため、容易に分離が可能である。すなわち、特許量分離部5aは、バッファメモリ3aから入力される形状データを、バッファメモリ4mから入力される対応関係データに基づいて、特許量データと非特許量データとに分離して、前者のデータをシフト量算出部6を介して変換座標算出部7に出力する。また、特許量分離部5bは、バッファメモリ3bから入力される形状データを、バッファメモリ4mから入力される対応関係データに基づいて、特許量

を $X'(i)$ 、その重み付け係数 $w(i)$ とすると、以下の式により X' を求める。

【0081】

【数14】

$$X' = \sum_i [w(i) \cdot X(i)] / [\sum_i w(i)]$$

【0082】ここで、重み付け係数 $w(i)$ は、i番目の特許線と $X'(i)$ との距離を $d(i)$ 、特許線の長さを $l(i)$ とすると、次式により得ることができる。

【0083】

【数15】

$$w(i) = [d(i) / [a + d(i)]]^b$$

【0084】ここで、a、b、cは変換効果をコントロールする定数である。aは大きくするとコントロールが

困難だが、よりスムーズな変換が可能となり、0に近いほど直線近傍の面への影響が大きくなる。bは0の場合が全ての特許線に対して等しく影響を受ける。cは0で長い特許線からの影響が大きく、負の値で逆となる。

【0085】変換座標算出部7によって得られた適合後の非特許量データの座標値は適合面上のものとして求められた。これに対して、残りの座標値を与えるため、データ類推部8により、適合元3次元データ2からこの値を得る。このとき、あらかじめ座標算出部3により適合元3次元データ2は適合面上上の任意の座標系に変換されて、一意に形状データが与えられる線な座標系に変換されているため、変換前の形状データが正確に入り組んだ形状であっても、変換後の座標系では適宜に値を特定することが可能である。すなわち、データ類推部8は、変換座標算出部7によって算出された変換座標位置に基づいて、適合元3次元データ2の座標座標後の形状データに対して、適合対象3次元データ1の座標座標後の形状データに対応する座標値を、内挿又は外挿により類推する。なお、随機的に定義されたデータ点上で形状以外のデータで、その点固有のデータ、例えば色情報、が定義されている場合、3次元データは色データを含む。

【0086】データ類推部8において、随機的に定義される座標値からなるデータ群の場合、任意の座標値のデータを得るには、データ群の適合面上上の近傍のデータを用いて類推を行う。類推には例えばPIC (Particle Image Correlation) などの粒子シミュレーションなどで用いられているニアレスト・グリッド・ポイント (Nearest Grid Point) 法 (最も近いグリッド、すなわちこの場合では離散的にデータが定義される点の中の、最も距離の近い点に置ける値をその点の値とする方法) や、エリア・ウェイトイング法 (Area Weighting) 法などを用いる。このエリア・ウェイトイング法では対象点の近傍のグリッドにより構成される直線・多角形・多面体を対象点を基準にそれら直線・多角形・多面体の頂点ごとに分割し、その分割された線分の長さ・面積・体積から算出

率を計算し、その頂点に置ける値を対象点に寄与させる手法である。単純な例では2次元の座標座標値 $m=i$ 、 $n=j$ ($i=0, 1, \dots, N$, $j=0, 1, \dots, M$) において決定されるグリッド上においてのみ (i', j') が与えられたとする。このとき任意の (ξ, η) における ζ の値を得るには以下の式を用いる。

【0087】

【数16】 $j = \text{int}(\xi)$

【数17】 $j = \text{int}(\eta)$

【数18】 $t = \xi - i$, $t = \eta - j$

【数19】 $\zeta = \zeta(i, j) \cdot (1-s) \cdot (1-t) + \zeta(i+1, j) \cdot (s) \cdot (1-t) + \zeta(i, j+1) \cdot (1-s) \cdot (t) + \zeta(i+1, j+1) \cdot (s) \cdot (t)$

【0088】このようにして形状適合化されたデータは、データ類推部8から加算部9に入力され、加算部9は、特許量分離部5bからの特許量データと、データ類推部8によって類推された非特許量データとを加算して合成することにより、形状適合化された座標座標後の3次元データの形状データを得る。この形状データは、座標逆変換部10により、座標逆変換部3a、3bとは逆の座標逆変換処理が実行され、元の座標系への逆変換された形状適合化された3次元データ出力3次元データ1として得る。なお、随機的に定義されたデータ点上で形状以外のデータで、その点固有のデータ、例えば色情報、が定義されている場合、3次元データは色データを含む。

【0089】<第2の実施形態>図4は、図1の座面アニメーションシステムに適用する第2の実施形態のデータ変換処理装置32の構成を示すブロック図である。第2の実施形態は、第1の実施形態のデータ適合処理装置31と比較して、座標逆変換部3cをさらに備え、変動座標算出部7が変動座標算出部7aによって代わり、変動座標算出部7aは、さらに座標逆変換部3からの座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0090】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0091】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0092】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0093】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0094】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0095】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0096】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0097】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0098】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0099】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0100】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0101】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0102】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0103】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0104】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0105】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0106】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

【0107】図4において、座標逆変換部3cは、適合対象3次元データ1の形状データに対して部分的な変換を指示するために入力された座標値のシフト量である変換部分指示データ12に対して、座標逆変換部3a、3bと同様の座標座標後の座標値のシフト量に座標座標後の座標値のシフト量に基づいて、変動座標位置を算出することを特徴とする。

量データと同等の指示方式である場合は、シフト量算出部6へ変形部分指示データを入力して処理することも可能である。

【0091】＜対応生成部4の実施形態＞図5は、図3及び図4の対応生成部4の実施形態1である対応生成部4aの構成を示すブロック図である。実施形態1の対応生成部4aでは、入力されたそれぞれの適合元及び適合対象の3次元データ1、2中に対応付けを行う対応関係情報（例えば、適合元では次の目、適合対象では他の目）が付加情報等を利用してあらかじめ定義されている2つの3次元データ1、2に対して対応関係を所定の形式で定義し、定義された対応関係データを後段のバッファメモリ4mに出力する。

【0092】図6は、図3及び図4の対応生成部4の実施形態2である対応生成部4bの構成を示すブロック図である。図6の対応生成部4bでは、あらかじめ対応情報メモリ42中に対応付けを行う情報（対応関係情報）が記憶されており、対応定義部40bは、対応情報メモリ42からの対応関係情報に基づいて、入力された2つの3次元データ1、2に対して対応関係を所定の形式で定義し、定義された対応関係データを後段のバッファメモリ4mに出力する。

【0093】図7は、図3及び図4の対応生成部4の実施形態3である対応生成部4cの構成を示すブロック図である。図7の対応生成部4cでは、2つの3次元データ1、2をCRTディスプレイ45に出力して表示し、ユーザがそれに対してキーボード43又はマウス44などを入力装置により対応付けを行う対応関係情報に対応定義部40cを入力する。これに代えて、対応定義部40cは、当該入力された対応関係情報の内容に基づいて、入力される2つの3次元データ1、2に対して対応関係を所定の形式で定義し、定義された対応関係データを後段のバッファメモリ4mに出力する。

【0094】＜第3の実施形態＞図24は、本発明に係る第3の実施形態である顔面アニメーションシステムの構成を示すブロック図である。この第3の実施形態の顔面アニメーションシステムは、図1の第1の実施形態と比較して、以下の点が異なることを特徴としている。

- (1) 形状案内処理部52に代えて、主成分分解部56を備えた。
- (2) バッファメモリ65に代えて、バッファメモリ8を備えた。
- (3) 通過点解析部51に代えて、主成分合成係数算出部57及び通過点解析部51aを備えた。
- (4) バッファメモリ66に代えて、バッファメモリ9を備えた。

(5) 時間方向内挿処理部53に代えて、合成係数内挿処理部58及び主成分合成部59を備えた。

以下、これら相違点について詳述する。

【0095】図24において、主成分分解部56は、データ適合処理装置31からバッファメモリ64を介して入力される、形状適合化された3次元データに対して所定の主成分分析処理を行うことにより、上記3次元データに含まれる形状データに対する寄与率が所定の大きい値よりも大きくかつ互いに独立な複数の主成分の合成係数値より大ききとくともに、上記複数の主成分からそのサブセットである上記複数の位置に対応する成分のみを抽出し、抽出した成分に基づいて形状データをそのサブセットから求めるための線形予測子Aを算出する。すなわち、母音/a/, /i/, /u/, /e/, /o/のときの基本顔面形状、口の閉塞状態、口の閉塞状態、口の閉塞状態のときの自然状態の顔面形状などの入力形状のままだではお互いの相関が高くなり合成係数が容易には求められない場合が多いが、詳細後述する主成分分析 (Principal Component Analysis) 処理を行うことにより、個々の主成分が独立となる成分が求まるため容易に合成係数が求められる。主成分分析処理の手順 (ステップS1) からSS4からなる。) は以下の通りである。ここで、Xは行列Xの転置行列であり、X⁻¹は行列Xの逆行列である。

【0096】＜ステップSS1＞母音/a/, /i/, /u/, /e/, /o/のときの基本顔面形状、口の閉塞状態、口の閉塞状態、口の閉塞状態のときの自然状態の顔面形状の入力形状の形状データを入力データ例とした場合、これらの個々の形状を次のベクトルf_k (k=1, 2, ..., 8) で表わす。

【数20】 $f_k = [x_{k1} \ x_{k2} \ \dots \ x_{kn} \ y_{k1} \ y_{k2} \ \dots \ y_{kn}]$

ここで、Nは形状を数す頂点数である。

【0097】＜ステップSS2＞これらのベクトルf_kより得られる平均的な顔面形状の式

【数21】 $\mu_F = \sum f_k / k$

を用いて、各形状を平均的な顔面形状からのずれ量

【数22】 $f_0 = f_k - \mu_F$

として定義する。

【0098】＜ステップSS3＞このずれ量f₀を1つのベクトルとして、ずれ量ベクトルF₀を次の式で定義する。

【数23】 $F_0 = [f_{01}, f_{02}, \dots, f_{0N}]$

【0099】このずれ量ベクトルF₀により表される分散行列

【数24】 $C_F = F_0 F_0^T$

に対して、公知の特異値分解 (singular value decomposition) を行うことにより、各固有ベクトルをF₀の線形独立な主成分として求めることができる。この特異値分解により次式

【数25】 $C_F = U S U^T$ を満たす行列U (この行列Uは、正規化されたユニタリ行列であって、各列が固有ベクトルを数す。) と行列S (この行列Sは、対角行列であって、対角成分が固有値を数す。) が得られる。この正規化されたユニタリ行列Uを用いれば、次の主成分係数ベクトル

【数26】 $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N]$

により、任意の形状は $f = \mu_F + U \cdot \alpha$ で表すことができる。

【0100】特に、対角行列Sのi行i列の対角成分を行列S_iとすると、次の寄与率

【数27】 $R_i = (100 \times S_i) / \sum S_i$

によりその主成分の入力形状に対する寄与率が百分率で得られるので、この寄与率R_iの値によっては、寄与率が充分小さい主成分については無視することができ。日本人被験者aと米国人被験者bの母音/a/, /i/, /u/, /e/, /o/の顔面形状と、口の閉塞状態と、口の閉塞状態と、口の中間状態の自然な形状から得た寄与率R_a, R_bでは以下のようなデータが得られている。

【0101】

【数28】 $R_a = [78.4635, 8.8073, 5.8413, 3.5385, 1.4809, 1.1822, 0.6863, 0.0000]$

【数29】 $R_b = [75.0184, 14.4682, 3.7519, 2.9914, 1.8486, 1.2324, 0.6932, 0.0000]$

【0102】この場合、8個の形状をもとに主成分行列の特異値分解を行って、有差値を得るのは最初の7つとなる。また、例えば次の判断式を用いて主成分を無視することにより後述の計算において情報量の削減、計算の簡略化が可能である。

【0103】

【数30】

$$T_i = \sum_{j=1}^n R_j \leq X (\%)$$

【0104】上記の式の条件を満たすn番目までの主成分を用いることにすれば、X=99%とすれば被験者a, bともn=6となる。

【0105】＜ステップSS4＞さらに、この求めた主成分の各成分からそのサブセットである運動学的データ点に対応する成分のみを抽出して、それぞれに平均的な形状データμ_Fの対応成分データを加えて新たなベクトル

【数31】 $P = [p_1, p_2, \dots, p_N]$

を作る。このベクトルPからベクトルPの平均値ベクトルを引いたものを、次の1つのベクトル

【数32】 $P_0 = [p_{01}, p_{02}, \dots, p_{0N}]$

とすることにより、形状データをそのサブセットから求

めるための線形予測子Aを、次の主成分係数ベクトル【数33】 $\alpha = A \cdot P_0$ により決定できる。すなわち、次式を用いて線形予測子Aを算出することができる。

【数34】 $A = A \cdot P_0^T (P_0 \cdot P_0^T)^{-1}$

ここで、主成分分解部56は、算出された主成分の合成係数及び線形予測子Aをバッファメモリ68を介して主成分合成係数算出部57に出力するとともに、算出された主成分の合成係数を主成分合成部59に出力する。

【0106】次いで、主成分合成係数算出部57は、運動学的データメモリ61に記憶された運動学的データに基づいて、主成分分解部56によって算出された線形予測子Aを用いて、上記運動学的データを再現するための主成分の合成係数を算出する。すなわち、入力された各フレームの運動学的データ

【数35】 $p_i = [p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iN}]$

から上記ベクトルPの平均値ベクトルを引いたベクトルp₀について先の線形予測子Aを用いることにより、式を用いて

【数36】 $f = \mu_F + U \cdot \alpha = \mu_F + U \cdot A \cdot P_0$

最終的な形状データを算出する。この主成分合成係数算出部57では、上記の式の中の $\alpha = A \cdot P_0$ のみを算出し、各フレーム毎の各主成分の合成係数を求め、それを通過点解析部51aに送る。

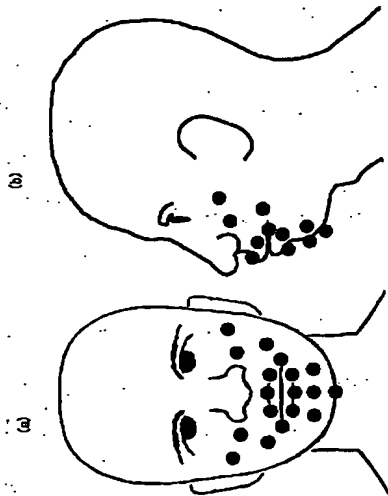
【0107】次いで、通過点解析部51aは、主成分合成係数算出部57によって算出された運動学的データを再現するための主成分の合成係数に対して複数の位置の動きの加速度的時間微分を最大化するようにサンプリングして通過点解析処理を行うことによりその情報量を圧縮して圧縮データを得るとともに、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、音素解析処理部50から出力される音素データを上記圧縮データに対応づけしてバッファメモリ69を介して合成係数内挿処理部58に出力する。ここで、通過点解析処理の具体的な方法は、第1の実施形態と同様である。

【0108】そして、合成係数内挿処理部58は、通過点解析部51aからバッファメモリ69を介して入力される圧縮データに対して、時間方向で内挿処理を行うことにより、上記圧縮データに対応して内挿された再現内挿データを得るとともに、通過点解析部51aによって対応づけされた音素データ参照して、上記内挿された再現内挿データに対して上記音素データと同期させた後、上記音素データと音声信号データに交換して再現内挿データとともに主成分合成部59に出力する。すなわち、合成係数内挿処理部58は、入力された通過点解析の結果データから、第1の実施形態の時間方向内挿処理部53の処理と同様に、再生アニメーションに必要なフレームレートでの各フレームにおける合成係数を5次スプラインにより求める。

【0109】さらに、主成分合成部59は、主成分分解

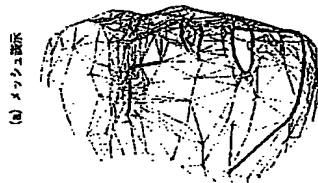
【図10】

運動学的データの取得のための
外形輪ゴイアードの配置例

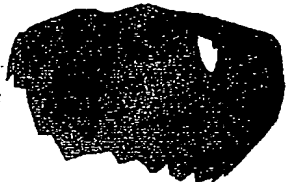


【図13】

3次元空間での適合結果の一部

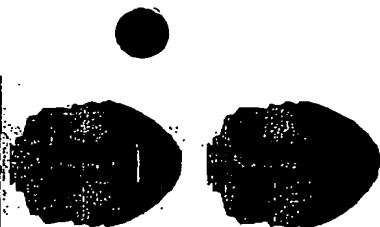


(b) 画像表示



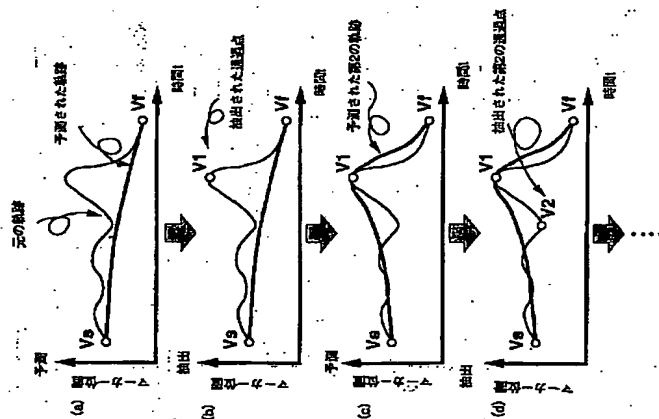
t=0.00

【図17】



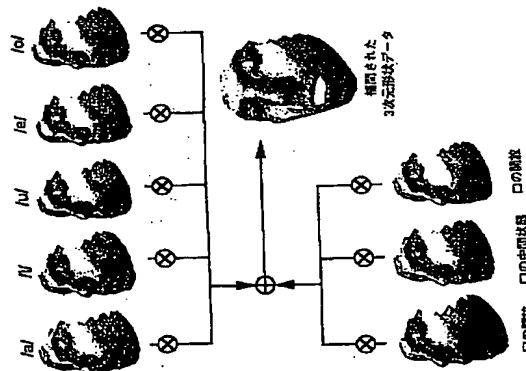
【図15】

運動点群解析S1の運動点群抽出処理



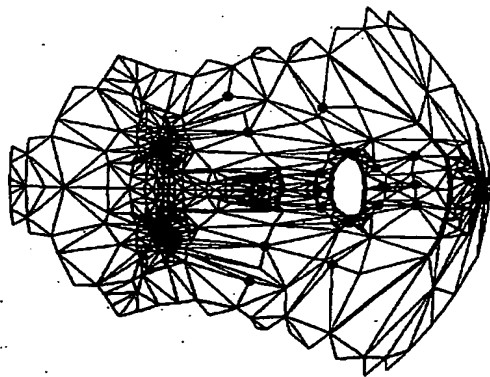
【図14】

基本顔形状の生成により任意時刻の顔形状を生成する方法

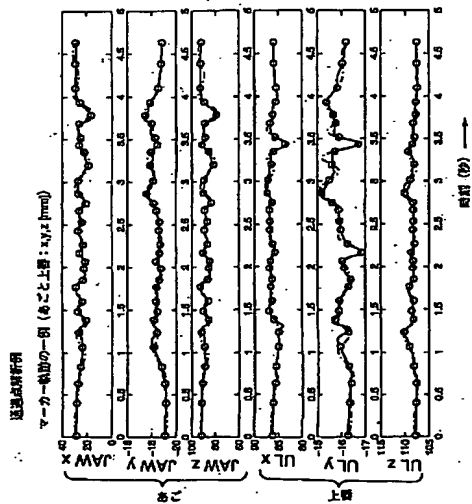


【図12】

(a) 3次元空間での適合結果の一部



【図16】



【図19】



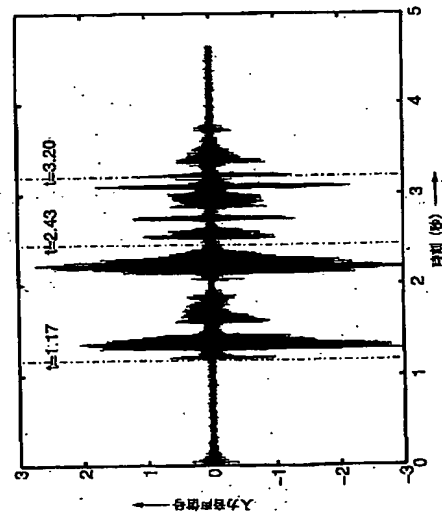
【図20】



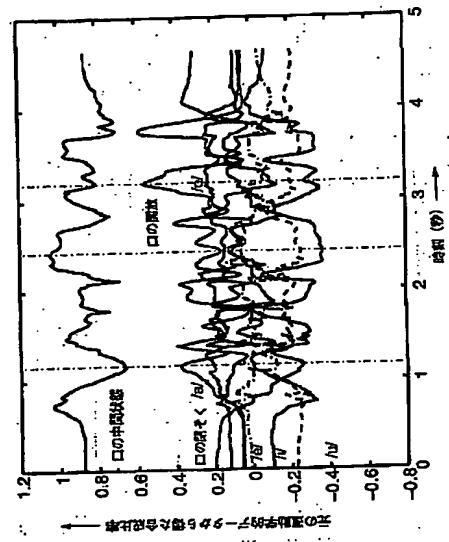
【図18】



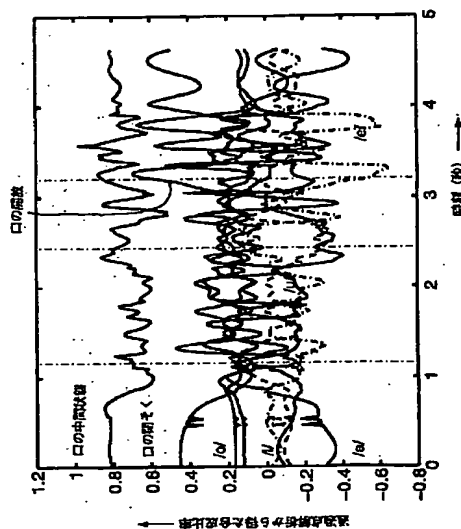
【図21】



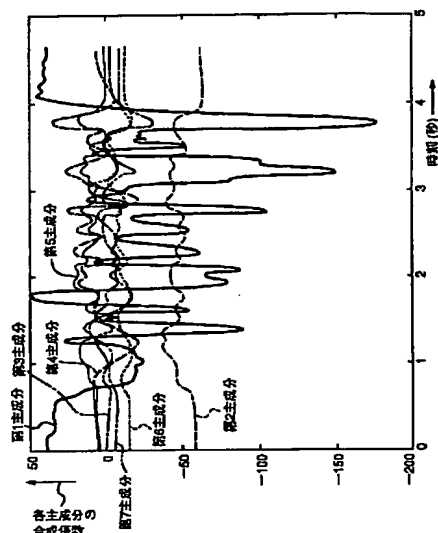
【図22】



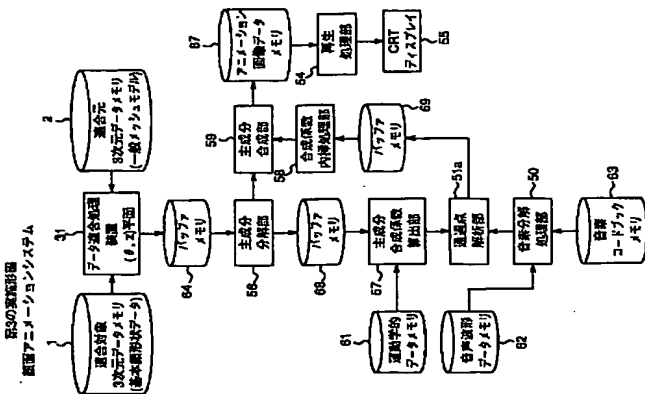
【図23】



【図25】



【図24】



【手続補正書】

【提出日】平成11年7月14日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 離散的な座標値を用いて線分又は点を定
義することにより人間の顔面形状を表わす形状データを
含む入力される第1の3次元データに対して、別の顔面
形状を表わす形状データであって第1の3次元データと
はデータ数及び形状が異なる形状データを含み入力され
る第2の3次元データを、外見上上記第1の3次元デー
タと同様の形状へと形状適合化させる適合手段 (31)
と、

上記人間の顔面の中の特定の部位が運動するときの所定
の複数の位置の動きのデータを含む運動学的データを記
憶する第1の記憶手段 (64) と、
上記適合手段 (31) によって形状適合化された3次元
データに対して所定の主成分分析処理を行うことによ
り、上記3次元データに含まれる形状データに対する寄
与率が所定のしきい値よりも大きくかつ互いに独立な複
数の主成分の合成係数を算出するとともに、上記複数の
主成分からそのサブセットである上記複数の位置に対応
する成分のみを抽出し、抽出した成分に基づいて形状デ
ータをそのサブセットから求めるための線形予測子を算
出する分解手段 (56) と、

上記第1の記憶手段 (64) に記憶された運動学的デー
タに基づいて、上記分解手段 (56) によって算出され
た線形予測子を用いて、上記運動学的データを再現する
ための主成分の合成係数を算出する算出手段 (57)
と、

上記算出手段 (57) によって算出された上記運動学的
データを再現するための主成分の合成係数に対して複数
の位置の動きの加速度の時間微分を最小化するようにな
すプリングして通過点解析処理を行うことによりその情
報量を圧縮して圧縮データを得て出力する解析手段 (5
1a) と、

上記解析手段 (51a) から出力される圧縮データに対
して、時間方向で内挿処理を行うことにより、上記圧縮
データに対応して内挿された再現内挿データを得て出
する内挿処理手段 (58) と、

上記分解手段 (56) によって算出された複数の主成分
の合成係数と、上記内挿処理手段 (58) から出力され
る再現内挿データとを合成することにより、アニメーシ
ョン画像データを得て出力する合成手段 (59) とを備
えたことを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項2】 請求項1記載のアニメーションシステム
において、

上記人間の顔面の中の特定の部位は口であり、
当該口が運動するとき発声するときの時間情報とその
音声の音声信号を記憶する第2の記憶手段 (62) と、
上記第2の記憶手段 (62) に記憶された音声信号を所
定の音声分析データを参照して音楽に分解して上記音声

に対応した音楽列データをその時間情報とともに出力する音楽分解処理手段(50)とをさらに備え、上記解析手段(51a)は、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、上記音楽分解処理手段(50)から出力される音楽列データを上記圧縮データに対応づけし、上記内挿処理手段(58)は、上記解析手段(51a)によって対応づけされた音楽列データを参照して、上記内挿された再現内挿データに対して上記音楽列データを同期させた後、上記音楽列データを音声信号データに変換して再現内挿データとともに出力し、上記合成手段(59)は、上記合成したアニメーション画像データと音声信号データとを同期して出力することを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項3】 請求項1又は2記載のアニメーションシステムにおいて、上記第2の3次元データは、メッシュモデルに基づく形状データを含有することを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項4】 請求項1乃至3のうちの1つに記載のアニメーションシステムにおいて、上記適合手段(31)は、3次元データ中の形状を定義する第1の座標系を有する上記第1の3次元データに対して、上記第1の3次元データの形状データの少なくとも一部を所定の座標変換処理により変換した後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるような他の第2の座標系を有する第3の3次元データに座標変換する第1の座標変換手段(3a)と、

上記第1の座標系を有する上記第2の3次元データに対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系を有する第4の3次元データに座標変換する第2の座標変換手段(3b)と、上記第1の3次元データの形状データの所定の特徴部分と、上記第2の3次元データの形状データの所定の特徴部分とを抽出し、上記抽出された上記第1の3次元データの形状データの特徴部分を示す線分又は点の組を、上記抽出された上記第2の3次元データの形状データの特徴部分を示す線分又は点の組に対して対応づけを行い対応関係を示す対応関係データを生成する対応生成手段(4)と、

上記対応生成手段(4)によって生成された各特徴部分間の対応関係データに基づいて、上記第2の3次元データの特徴部分から、上記第1の3次元データの特徴部分への第2の座標系における線分又は点の組の対応間のシフト量を算出するシフト量算出手段(6)と、上記シフト量算出手段(6)によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段(3a)によって座標変換された第3の3次元データにおける、上記第2の座標変換手段(3b)によって座標変換された第4

の3次元データからの、所定の対象点の変動座標位置を算出する変動座標算出手段(7)と、上記変動座標算出手段(7)によって算出された変動座標位置に基づいて、上記第4の3次元データが上記第3の3次元データに形状適合化するように、上記第3の3次元データに対応する第4の3次元データの座標値を、内挿又は外挿により類推しかつ類推された座標値を上記第4の3次元データに対応付けを行う特徴部分を示す線分または点の組に加算することにより、上記第4の3次元データを上記第3の3次元データに形状適合化された第2の座標系を有する第5の3次元データを生成するデータ類推及び加算手段(8、9)と、上記データ類推及び加算手段(8、9)によって生成された第2の座標系を有する第5の3次元データに対して座標変換処理とは逆の座標逆変換処理を実行して、上記第2の3次元データを上記第1の3次元データに形状適合化された第1の座標系を有する第6の3次元データを生成して上記分解手段(56)に出力する座標逆変換手段(10)とを備えたことを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項5】 請求項4記載のアニメーションシステムにおいて、

上記第1の3次元データの形状データに対して部分的な変形を指示するために入力された第1の座標系における座標値のシフト量に対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系における座標値のシフト量に座標変換する第3の座標変換手段(3c)とをさらに備え、上記変動座標算出手段(7、7a)は、上記第3の座標変換手段(3c)によって座標変換された座標値のシフト量と、上記シフト量算出手段(6)によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段(3a)によって座標変換された第3の3次元データにおける所定の対象点の変動座標位置を算出することを特徴とするアニメーションシステム。

【請求項6】 請求項4又は5記載のアニメーションシステムにおいて、

入力される3次元データに対して互いに異なる座標変換処理を実行して座標変換後の3次元データを出力する複数の座標変換装置(14-1、14-2、…、14-n)と、

上記複数の座標変換装置(14-1、14-2、…、14-n)によって座標変換された3次元データに基づいて、それぞれ座標変換後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるかを否かを判断するために、一値に決定されるときにより小さい値とを異なる評価関数の関数値を算出する変換評価手段(15)と、

数値を算出する変換評価手段(15)によって算出された上記変換評価手段(15)によって算出された上記座標変換装置に対応する複数の関数値のうち最小の関数値に対応する座標変換装置を選択して、選択された座

標変換装置(14-1、14-2、…、14-n)から出力される変換後の3次元データを出力する座標変換選択手段(16)と、

上記座標変換手段(16)により選択された座標変換装置(14-1、14-2、…、14-n)と、その座標変換処理のためのパラメータを記憶した後、上記第1と第2と第3の座標変換手段(3a、3b、3c)に出力して設定する記憶装置(20)と、

上記記憶装置(20)に記憶された座標変換処理のためのパラメータに基づいて、当該座標変換処理とは逆の座標逆変換処理のためのパラメータを算出して上記座標逆変換手段(9)に出力して設定する逆変換パラメータ算出手段(21)とをさらに備えたことを特徴とするアニメーションシステム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0008

【補正方法】 削除

【手続補正3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0009

【補正方法】 削除

【手続補正4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0010

【補正方法】 削除

【手続補正5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0011

【補正方法】 削除

【手続補正6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0012

【補正方法】 削除

【手続補正7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0013

【補正方法】 削除

【手続補正8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0014

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0014】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る請求項1記載のアニメーションシステムは、階層的な座標値を用いて線分又は点を定義することにより人間の顔面形状を表現する形状データを含む入力される第1の3次元データに対して、別の顔面形状を表わす形状データであって第1の3次元データとはデータ数及び形状が異なる形状デー

タを含む入力される第2の3次元データを、外見と上記第1の3次元データと同様の形状へと形状適合化させる適合手段(31)と、上記人間の顔面の中の特定の部位が運動するときの所定の複数の位置の動きのデータを含む運動学的データを記憶する第1の記憶手段(54)と、上記適合手段(31)によって形状適合化された3次元データに対して所定の主成分分析処理を行うことに伴い、上記3次元データに含まれる形状データに対する主成分分析のしきい値より大きくかつ互いに独立な複数の主成分の合成係数を算出するとともに、上記複数の主成分からそのサブセットである上記複数の位置に対する成分のみを抽出し、抽出した成分に基づいて形状データをそのサブセットから求めるための線形予測子を算出する分解手段(56)と、上記第1の記憶手段(54)に記憶された運動学的データに基づいて、上記分解手段(56)によって算出された線形予測子を用いて、上記運動学的データを再現するための主成分の合成係数を算出する算出手段(57)と、上記算出手段(57)によって算出された上記運動学的データを再現するため主成分の合成係数に対して複数の位置の動きの加速度の時間微分を最小化するようにサンプリングして通過点の時間微分を最小化することによりその情報量を圧縮して圧縮データを得て出力する解析手段(51a)と、上記解析手段(51a)から出力される圧縮データに対して、時間方向で内挿処理を行うことにより、上記圧縮データに対応して内挿された再現内挿データを得て出力する内挿処理手段(58)と、上記分解手段(56)によって算出された複数の主成分の合成係数と、上記内挿処理手段(58)から出力される再現内挿データとを合成することにより、アニメーション画像データを得て出力する合成手段(59)とを備えたことを特徴とする。

【手続補正9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0015

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0015】 また、請求項2記載のアニメーションシステムは、請求項1記載のアニメーションシステムにおいて、上記人間の顔面の中の特定の部位は口であり、当該口が運動するとき発生するそのときの時間情報とその音声信号を記憶する第2の記憶手段(62)と、上記第2の記憶手段(62)に記憶された音声信号を所定の音楽分析データで参照して音楽に分解して上記音声に対応した音楽列データをその時間情報とともに出力する音楽分解処理手段(50)とをさらに備え、上記解析手段(51a)は、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、上記音楽分解処理手段(50)から出力される音楽列データを上記圧縮データに対応づけし、上記内挿処理手段(58)は、上記解析手段(51a)によって対応づけされた音楽列データを参照して、上記

内挿された再現内挿データに対して上記音素列データと同期させた後、上記音素列データを音声信号データに変換して再現内挿データとともに出力し、上記合成手段(59)は、上記合成したアニメーション画像データと音声信号データとを同期して出力する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】さらに、請求項3記載のアニメーションシステムは、請求項1又は2記載のアニメーションシステムにおいて、上記第2の3次元データは、メッシュモデルに基づく形状データを含むことを特徴とする。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】また、請求項4記載のアニメーションシステムは、請求項1乃至3のうちの1つに記載のアニメーションシステムにおいて、上記適合手段(31)は、3次元データの形状を定義する第1の座標系を有する上記第1の3次元データに対して、上記第1の3次元データの形状データの少なくとも一部を所定の座標変換処理により変換した後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるような他の第2の座標系を有する第3の3次元データに座標変換する第1の座標変換手段(3a)と、上記第1の座標系を有する上記第2の3次元データに対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系を有する第4の3次元データに座標変換する第2の座標変換手段(3b)と、上記第1の3次元データの形状データの所定の特徵部分とを抽出し、上記抽出された上記第1の3次元データの形状データの特徴部分を示す線分又は点の組を、上記抽出された上記第2の3次元データの形状データの特徴部分とを抽出し、上記抽出された上記第2の3次元データの形状データの特徴部分を示す線分又は点の組に対して形状づけを行い対応関係を示す線分関係データとを生成する対応生成手段(4)と、上記対応生成手段(4)によって生成された各特徴部分間の対応関係データに基づいて、上記第2の3次元データの特徴部分から、上記第1の3次元データの特徴部分への、第2の座標系における線分又は点の組の対応間のシフト量を算出するシフト量算出手段(6)と、上記シフト量算出手段(6)によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段(3a)によって座標変換された第3の3次元データ(3b)によって座標変換された第4の3次元データ(3c)の、所定の対象点の変動座標位置を算出する変動座標算出手段(7)と、上記変動座標算出手段(7)によ

を判断するために、一意に決定されるときにより小さい値となる評価関数の関数値を算出する座標評価手段(5)と、上記座標評価手段(15)によって算出された上記関数の座標評価値型に対応する複数の関数値のうち最小の関数値に対応する座標変換装置を選択して、選択された座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)から出力される変換後の3次元データを出力する座標変換選択手段(16)と、上記座標変換手段(16)によって選択された座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)と、その座標変換処理のためのパラメータを記憶した後、上記第1と第2と第3の座標変換手段(3a, 3b, 3c)に出力して設定する記憶装置(20)と、上記記憶装置(20)に記憶された座標変換処理のためのパラメータに基づいて、当該座標変換処理と逆の座標逆変換処理のためのパラメータを算出して上記座標逆変換手段(9)に出力して設定する逆変換パラメータ算出手段(21)とをさらに備えたことを特徴とする。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0116

【補正方法】削除

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0117

【補正方法】削除

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0118

【補正方法】削除

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0119

【補正方法】削除

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0120

【補正方法】削除

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0121

【補正方法】削除

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】削除

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正内容】

【0123】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明に係る請求項1記載のアニメーションシステムによれば、複数の座標値を用いて線分又は点を定義することにより人間の顔面形状を表わす形状データを含ま入力される第1の3次元データに対して、別の顔面形状を表わす形状データであって第1の3次元データとはデータ数及び形状が異なる形状データを含む入力される第2の3次元データを、外見上記第1の3次元データと同様の形状へと形状適合化させる適合手段(31)と、上記人間の顔面中の特定の部位が運動するときの所定の複数の位置の動きのデータを含む運動学的データを記憶する第1の記憶手段(64)と、上記適合手段(31)によって形状適合化された3次元データに対して所定の主成分分析処理を行うことにより、上記3次元データに含まれる形状データに対する歪み率が所定の歪み値よりも大きくなると互いに独立な複数の主成分の合成係数を算出することと

に、上記複数の主成分からそのサブセットである上記複数の位置に対応する成分のみを抽出し、抽出した成分に基づいて形状データをそのサブセットから求めるための線形予測子を算出する分解手段(56)と、上記第1の記憶手段(64)に記憶された運動学的データに基づいて、上記分解手段(56)によって算出された線形予測子を用いて、上記運動学的データを再算出するための主成分の合成係数を算出する算出手段(57)と、上記算出手段(57)によって算出された上記運動学的データを再算するための主成分の合成係数に対して複数の位置の動きの加速点の時間微分を最小化するようにサンプリングして通過点解析処理を行うことによりその情報量を圧縮して圧縮データを得て出力する解析手段(51a)と、上記解析手段(51a)から出力される圧縮データに対して、時間方向で内挿処理を行うことにより、上記圧縮データに対応して内挿された再現内挿データを得て出力する内挿処理手段(58)と、上記分解手段(56)によって算出された複数の主成分の合成係数と、上記内挿処理手段(58)から出力される再現内挿データとを合成することにより、アニメーション画像データを得て出力する合成手段(59)とを備える。従って、従来技術に比較して装置構成が簡単であって、しかもきわめて低いビットレートで伝送又は記憶することができ、伝送コスト及び製造する装置コストを大幅に低減することができ、しかも高速で処理できるという特有利点を有するアニメーションシステムを提供することができ

る。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0124

【補正方法】変更

【補正内容】

【0124】また、請求項2記載のアニメーションシステムによれば、請求項1記載のアニメーションシステムにおいて、上記人間の画面の中の特定の部位は口であり、当該口が運動するときには発声するときの時間情報と、その音声の音声信号を配接する第2の配接手段(62)と、上記第2の配接手段(62)に配接された音声信号と、上記第2の配接手段(62)に配接された音声信号を所定の音楽分析データを参照して音楽に分解して上記音声に音楽分析データをその時間情報とともに出力する音楽分析処理手段(50)とをさらに備え、上記解析手段(51a)は、上記圧縮データを得るときに、上記時間情報を参照して、上記音楽分析処理手段(50)から出力される音楽列データを上記圧縮データに対応づけし、上記内挿処理手段(58)は、上記解析手段(51a)によって対応づけられた音楽列データを参照して、上記内挿された再現内挿データに対して上記音楽列データを同期させた後、上記音楽列データを音声信号データに変換して再現内挿データとともに出力し、上記合成手段(59)は、上記合成したアニメーション画像データと音声信号データとを同期して出力する。従って、従来技術に比較して装置構成が簡単であって、しかもきわめて低いビットレートで伝送又は配接することができ、伝送コスト及び製造する装置コストを大幅に軽減することができる。しかも高速で処理でき、発声音声と同期した人間のアニメーションの画像を生成することができ、アニメーションシステムを提供することができる。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】削除

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正内容】

【0126】さらに、請求項3記載のアニメーションシステムは、請求項1又は2記載のアニメーションシステムにおいて、上記第2の3次元データは、メッシュモデルに基づく形状データを含む。従って、従来技術に比較して装置構成が簡単であって、しかもきわめて低いビットレートで伝送又は配接することができ、伝送コスト及び製造する装置コストを大幅に軽減することができ、しかも高速で処理でき、メッシュモデルに適合化しかつ発声音声と同期した人間のアニメーションの画像を生成することができる。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0127

【補正方法】変更

【補正内容】

定した動作で一方の形状を忠実に他方に反映させるように3次元データを形状適合理化させることができ、アニメーションシステムの操作性を大幅に向上させることができる。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0128

【補正方法】変更

【補正内容】

【0128】さらに、請求項5記載のアニメーションシステムによれば、請求項4記載のアニメーションシステムにおいて、上記第1の3次元データの形状データに対して部分的な変形を指示するために入力された第1の座標系における座標値のシフト量に対して、上記座標変換処理を実行して上記第2の座標系における座標値のシフト量に座標変換する第3の座標変換手段(3c)をさらに備え、上記変換座標算出手段(7, 7a)は、上記第3の座標変換手段(3c)によって座標変換された座標値のシフト量と、上記シフト量算出手段(6)によって算出されたシフト量に基づいて、上記第1の座標変換手段(3a)によって座標変換された第3の3次元データにおける所定の対象点の変換座標位置を算出する。従って、あらかじめ適当な座標変換を求めておくことが、複雑な形状への形状適合理化と変形を容易に行うことができる。それ故、常に安定した動作で一方の形状を忠実に他方に反映させるように3次元データを形状適合理化せ、また変形させることができ、アニメーションシステムの操作性を大幅に向上させることができる。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

フロントページの続き

(72)発明者 ヘニ・ヤヒヤ

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5

番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内

(72)発明者 倉立 尚明

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5

番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内

(72)発明者 マーク・ディーディー

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5

番地 株式会社エイ・ティ・アール人間情報通信研究所内

【補正方法】変更
【補正内容】
【0129】またさらに、請求項6記載のアニメーションシステムによれば、請求項4又は5記載のアニメーションシステムにおいて、入力される3次元データに対して互いに異なる座標変換処理を実行して座標変換後の3次元データ outputs 複数の座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)と、上記複数の座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)により座標変換された3次元データに基づいて、それぞれ座標変換後の2組の座標値に対して残りの座標値が一意に決定されるかを判断するために、一意に決定されるときにより小さい値となる詳細座標の座標値を算出する座標評価手段(15)と、上記座標評価手段(15)によって算出された座標値の座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)から出力される変換後の3次元データと、出力する座標変換手段(16)と、上記座標変換手段(16)により選択された座標変換装置(14-1, 14-2, ..., 14-n)と、その座標変換処理のためのパラメータを記憶した後、上記第1と第2と第3の座標変換手段(3a, 3b, 3c)に出力して設定する記憶装置(20)と、上記記憶装置(20)に記憶された座標変換処理のためのパラメータに基づいて、当該座標変換処理とは逆の座標逆変換処理のためのパラメータを算出して上記座標逆変換手段(9)に出力して設定する逆変換パラメータ算出手段(21)とをさらに備え、従って、より最適な座標変換部を選択して、3次元データの処理をより正確に実行することができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.